水稻不稔症之病因：

無鞘腐病菌之長毛細蟎與水稻不稔症發生之關係*

梁 文 進

國立屏東農業專科學校植物保護科

摘 要

水稻不稔症是因水稻葉鞘腐敗病菌（ *Acrocylindrium oryzae* Sawada ）及長毛細蟎（*Steneotarsonemus spinki* Smiley）的協力作用（synergism）之結果。雖然水稻葉鞘腐敗病菌主要造成水稻的褐化及穀粒的不稔，而長毛細蟎對水稻的直接傷害很小，僅幫助葉鞘腐敗菌的傳播及感染，但水稻不稔症病徵確需要葉鞘腐破病菌及長毛細蟎共同存在才能表現的。

長毛細蟎孤雌生殖之雄蟎後代具有生殖能力，且能與其親代母蟎交尾，而使母蟎新產生的卵，所孵化出來的細蟎有雌雄蟎出現。

前 言

水稻不稔症自民國65年第二期作，首先在臺南及高屏地區嚴重發生，並普及全省各地以後，四、五年來，水稻不稔症經多方面專家的觀察與研究，對水稻不稔症的為害原因，提出許多的報告，尤其在不稔症的稻株上，發現葉鞘及穀粒內所寄生之長毛細蟎（*Steneotarsonemus spinki* Smiley)（原稱稻細蟎）（曾，1978；歐等，1977）之出現密度與水稻不稔症成正相關（周等，1976；陳，等1980；歐與方，1978；羅與何，1978），又長毛細蟎可直接吸取水稻體汁液，並破壞葉鞘內表皮（李與周，1977），因此長毛細蟎被認為是水稻不稔症的為害因子。但長毛細蟎體表，被發現常附着大量的水稻葉鞘腐敗病菌（*Acrocylindrium oryzae* Sawada）的分生胞子（謝等， 1977）， 並且發現不稔症稻株上受害而褐變之葉鞘、莖部、稻穀、花器及米粒都有該病菌的寄生，而葉鞘腐敗病菌所引起之葉鞘腐敗病之病徵，雖與不稔症有些不同，但確實可造成水稻之不稔（陳與簡，1964；陳，1957）。因此不稔症眞正的病因是否是長毛細蟎，或水稻葉鞘腐病菌，或是兩者協力為害，還須進一步證實。

筆者已發展出一種可以在室內飼養不帶葉鞘腐敗病菌之長毛細蟎之方法（梁，1980）。筆者即以此長毛細蟎來接種健全稻株，以究明不稔症之眞正原因。本文即是此試驗所得結果之報告。

材料與方法

一、水稻不稔症發生病因之探討：

（一）缽栽水稻之準備：

1.以萬力（benomyl）1,000 倍稀釋液，消毒臺南五號稻種四小時，於 28°C 定溫箱中催芽三天，然後播種於大型培養皿中。育苗期間每一星期噴洒萬力1,000倍液一次。

2.於白色塑膠盆缽（ 1/5,000a ）內各盛壤土 4 kg，並以邁隆（basamid）1,000 倍稀釋液淋灌，密封七天。

3.以福馬林燻蒸網箱（50×50×125cm），該

* 行政院農業發展委員會補助計畫70農建—5.1—產—06（3—3）。

網箱三面為40孔目之白塑膠網，其外面各加一透明塑膠布密封（因逢冬天），塑膠布最上面留 5cm 空隙以便通氣，另一面為玻璃門。

4.將消毒過之塑膠盆缽置於網箱內，再將稻苗移植入盆缽內。

5.網箱及水稻全部置放在四樓頂上。

（二）無葉鞘腐敗菌之長毛細蟎之準備：

不帶葉鞘腐敗菌之長細蟎之飼養，其方法及飼養條件如前文所述（梁，1980），但飼養材料則改由水稻稻桿段，以取代葉鞘段，可獲得之細蟎數更多，且稻桿段不易老化，減少更換飼養材料之次數（梁與唐，1984）。

（三）接種處理：

於水稻分蘖初期分四種處理，每處理三網箱，每箱四盆缽水稻為一重複。

1.無菌細蟎組：用稻桿飼養之無菌雌細蟎接種於分蘖葉鞘內，每分蘖約20隻細蟎。

2.帶菌雄蟎組：只接種帶菌雄蟎，每分蘖約15隻雄蟎（分蘖後期追加接種一次）。

3.帶菌細蟎組：接種飼養之帶菌雌雄細蟎，每分蘖約20隻細蟎。

4.對照組：不接種細蟎及鞘腐病菌。

（四）結果調查：

於水稻抽穗期時先調查一次各處理水稻株之細蟎數（每盆缽 2 稻株）。而後於黃熟時，再調查各處理水稻株細蟎數之數量，並以水稻葉鞘腐病菌之選擇性培養基（謝等，1977），分離細蟎及稻葉鞘，以確定各處理帶葉鞘腐敗病菌之情形。並調查不稔率病徵表現及穗重情形。

二、長毛細蟎之孤雌生殖後代雄蟎生殖能力：

（一）長毛細蟎之孤雌生殖後代雄蟎生殖能力鑑定：

將每隻可發育成雌蟎之靜止期細蟎，單獨在 28°C 定溫箱培養於稻桿段內，俟其卵孵化成幼蟎，再發育成雄蟎後代後，將其雄蟎後代，移入新的稻桿段內與其他靜止期雌蟎共同飼養，然後觀察此共同飼養之雌雄蟎的後代族羣中，其雌雄蟎出現之情形。以確定孤雌生殖後代之雄蟎之生殖能力。

（二）長毛細蟎孤雌生殖後代之雄蟎與其親代交尾之可能性：

如前法，將靜止期雌蟎單獨飼養於稻桿段內俟其後代雄蟎出現，未移出而繼續與其親代共飼一起，等時間稍長後，觀察其再產出之卵孵化後發育成成蟎之雌雄性別如何？以瞭解孤雌生殖後代之雄蟎與其親代交尾的情形。

結 果

一、水稻不稔症病之確定：

以健全水稻分別單獨接種（a）無葉鞘腐敗病菌之長毛細蟎，（b）葉鞘腐敗病菌，（c）帶葉鞘腐敗病菌之長毛細蟎，以期明瞭各處理對水稻所引起之症狀及為害情形。所得結果見表 1 及表 2 。

表1. 各處理稻株上細蟎數量與帶鞘腐病菌情形

Table 1. Number of tasonemid mites and rice-sheath-rot fungus detected from rice plants in various treatments

處 理 Treatments	帶蟎分蘖數／調查分蘖數（%） Tillers parasitized by mites/total tillers observed	平均等蟎數／分蘖 Average number of mites/Tiller 抽穗期 Heading stage	平均等蟎數／分蘖 Average number of mites/Tiller 黃熟期 Mature stage	帶菌分蘖數／調查總分蘖數 Tillers infected by fungus/total tillers observed (%)
無菌細蟎組 Fungus free mites	100	675±103	772±113	8.3[a]
帶菌雄蟎組 Rice-sheath rot furgus	0	0	0	100
帶菌細蟎組 Tasonemid mites+sheath rot fungus	100	926±159	983±145	100
對照組 Check	0	0	0	0

a 帶菌分蘖株都在一盆缽內發現。

表2. 各處理稻株之穀粒不稔率，穗重，減產率及病徵

Table 2. Grain sterility, panical weight, yield reduction and syndrome on rice plants in various treatments.

處理 Treatments	不稔率(%) Sterility	平均穗重/20穗 (g) Average panicale weight/20 panicales	減產率 Yield reduction (%)	病徵 Syndrome
無菌細蟎組 Fungus free mites	30.14 a [2]	28.03 a	4.7	葉鞘表面無任何褐條斑或褐斑。褐色穀粒很少，與對照組相似。
帶菌雄蟎組 [1] Rice-sheath rot fungus	69.05 b	12.48 b	57.45	非劍葉鞘表面有大塊褐斑，部分分蘗之劍葉鞘具有典型葉鞘腐敗病徵，而致稻穗無法抽出。褐色穀粒多。
帶菌細蟎組 Tasonemid mites+ sheath rot fungus	62.07 b	18.20 b	31.18	葉鞘滿佈褐條斑，爲典型不稔症葉鞘病徵，褐色穀粒多。
對照組 Check	21.51 a	29.33 a	0	稻株葉鞘無任何褐斑稻穗穀粒金黃色飽滿，褐色穀粒很少。

(1) 本處理部分分蘗出現典型葉鞘腐敗病，致使不稔率、減產率提高。

(2) 經 Duncan's MRT 法在 1 %顯著水準測驗結果，凡每一列英文字母相同者爲差異不顯者。

單獨之無鞘腐病菌長毛細蟎於分蘗初期接種到水稻上後，隨水稻成長而增加其細蟎數，到抽穗期時平均每蘗之細蟎數675隻，而到黃熟期則有772隻，這細蟎數已達民國67年臺南、屏東地區田間不稔症發生時細蟎之高峰期之蟎數（羅與何，1979），但此處理之稻株外表沒有任何病徵，與對照組相似，即葉鞘表面無任何褐條或褐斑，穀粒亦都飽滿，褐色受害穀粒極少，其不稔率爲 30.14%，與對照組的21.57%相差不多，而其每 20穗平均穗重幾與對照組相似，由此可推測，單獨之長毛細蟎無法造成水稻之明顯傷害。雖然長毛細蟎可直接吸食水稻汁液（李與周，1977），但却只能消耗微量之水稻營養物質，根本無法引起不稔症之病徵。

接種帶鞘腐病菌之雄蟎之處理，接種後數天雄蟎即死亡，只剩單獨水稻葉鞘腐敗病菌對水稻之爲害，其爲害狀是引起稻株葉鞘表面形成大塊褐斑，且部分分蘗（約佔30%）之劍葉鞘具典型葉鞘腐敗病斑，致使稻穗無法抽出。稻穗上褐色穀粒多，其不稔率竟可高達69%左右，穀穗之減產率高達57.45 %，由此可知，葉鞘腐敗病菌是造成稻株之葉鞘、穀粒褐色病徵形成及穀粒不稔的主要原因，可是單獨的葉鞘腐敗病菌，亦無法引起典型不稔症病徵。

同時接種鞘腐病菌與長毛細蟎的水稻稻株，其長毛細蟎之數目達到平均每分蘗 900隻以上，並引起典型不稔症症狀，葉鞘滿佈褐條斑，褐色穀粒多，不稔率在62%左右，而穗重減產率在 31.18%。

綜合所得之結果，葉鞘腐敗病菌是引起穀粒不稔減產之主因，且造成稻組織褐化，但單獨之鞘腐病菌却不能造成典型水稻不稔症之病徵。長毛細蟎僅消耗極微量之水稻營養，無法造成水稻明顯之傷害，却有携帶鞘腐菌（謝等，1977）增加該病菌之傳播，並造成傷口，以幫助該病菌之侵入。葉鞘腐敗病菌及長毛細蟎單獨對水稻爲害的角色雖已淸楚，但在引起水稻不稔症之功能上，可能還有目前仍未明瞭的作用存在，也就是說造成水稻不稔症，葉鞘腐敗病菌及長毛細蟎是缺一不可，因此水稻不稔症之表現是因葉鞘腐敗病菌及長毛細蟎的聯合效果，是爲兩者的協力作用（synergism）之結果。

二、長毛細蟎之孤雌生殖後代雄蟎生殖能力之意義：

將未受精之靜止期雌蟎，在 28°C 單獨飼養於

稻桿段內，其所產之卵可以孵化發育成雄蟎，乃此長毛細蟎具孤雌生殖，而其子代全部爲雄性的產雄生殖。若將雄蟎後代移入新的稻桿段內並與其他靜止期之雌蟎（未受精的）一齊飼養，則此雄蟎的後代族羣中，同時出現雌雄蟎，由此現象推測該雌蟎必須與孤雌生殖之後代雄蟎發生交尾受精，才有此雌雄蟎都產生的結果，同時亦證明了孤雌生殖之後代雄蟎具有生殖能力。

若孤雌生殖之後代雄蟎，不另挑出飼養，而繼續與親代母蟎一同共飼，則該後代的雌雄蟎之出現情形如表 3，未受精靜止期之雌蟎單獨飼養後10天即先有雄蟎後代出現，直至18天還是只見其雄蟎後代，沒有雌蟎後代，這乃是該母蟎產雄孤雌生殖之結果。而19天以後就有雌蟎出現，且隨飼養期的延長，雌蟎數越增多，這說明孤雌生殖之後代雄蟎必與其親代母蟎交尾受精才有的結果。而在解剖顯微鏡下，確實可發現雄蟎雌部與親代雌蟎尾部相接，而頭部朝相反方向的交尾方式。

由此試驗結果暗示著單獨一隻未受精之雌蟎遷移到新的寄主稻株上，便可建立起一細蟎新族羣，這對長毛細蟎之傳播可能有所助益。

表3. 未受精靜止期長毛雌蟎單獨飼養之後代的雌雄蟎數

Talbe 3. Female and male progenies of unfertilized female quiescent mite reared in eath rice stem segment

後 代 Progenies	飼 養 天 數 Rearing period (days)								
	10	13	15	18	19	22	26	32	35
雄 蟎 Male mites	3	4	7	9	5	2	3.5	8.2	13
雌 蟎 Female mites	0	0	0	0	1	4	5.5	5.3	4.7

討 論

水稻不稔症自民國65年大發生以來，許多的研究者即着手探討造成不稔症的病因。由於罹病稻株總是有大量長毛細蟎的棲息寄生，並感染葉鞘腐敗病菌，況且田間的長毛細蟎體表又是附着鞘腐病菌之分生胞子（謝等，1977），雖然鞘腐病菌可單獨爲害水稻，造成整穗抽不出來而引起重大損失（陳與簡，1964；陳，1957），可是却不能表現不稔症之症狀。而單獨長毛細蟎對水稻所造成的爲害，一直沒法確認，而導致水稻不稔症的眞正原因，拖延了四、五年還未確定。

梁（1980）首先發展出一種可以在室內大量飼養不帶葉鞘腐敗疾病菌之長毛細蟎方法，爲長毛細蟎單獨爲害水稻了解提供一解決之路徑，經過二年的試驗，證實了單獨的長毛細蟎對水稻不能造成明顯的傷害（表 2），沒有特殊之病徵出現，雖然直接吸食了水稻的營養汁液（李與周，1977），可是對產量之影響却很微少（表 2）這可推測長毛細蟎雖吸食一些光合作用產物，但因不能影響到葉部的光合作用，光合作用產物可繼續不斷地向穗部運輸（translocation），以充實穀粒。而葉鞘腐敗病菌感染後，首先引起葉鞘之褐腐，破壞維管組織之輸導功能，而導致水稻穀粒之不稔及充實不良（表 2），影響產量至鉅。

由這些結果得知，造成水稻穀粒不稔及充實，可說是鞘腐病菌所致，但表現不稔症病徵，却又不能只依賴鞘腐病菌，且鞘腐病菌又不易以空氣傳播（謝等，1977），直接感染率低，一般要借助傷口感染（陳與簡，1964；簡，1980），而長毛細蟎雖對水稻直接爲害極小，可是因細蟎傳播而携帶鞘腐病菌之散播（謝等，1977），又細蟎吸食時所造成

之傷口，有幫助鞘腐病菌之感染（簡，1980）。不稔症病徵之表現，確實需要葉鞘腐敗病菌及長毛細蟎同時存在聯合作用所致，這可能存着另有一目前仍未明瞭的聯合效應，而助長不稔症病徵的形成，因此水稻不稔症可說是葉鞘腐敗病菌及長毛細蟎的協力作用（synerism）所引起的。

葉鞘腐敗病所造成單株稻株整穗無法抽穗而完全不稔，其損失往往比水稻不稔還嚴重（表2），但一般田間的葉鞘腐病發病率不高，對水稻產量上不造成嚴重損失。但因長毛細蟎的大量發生與葉鞘腐敗病菌的協力爲害，大面積的引起不稔症，致使水稻受害嚴重，不稔症之重要性也因此提高，今後在防除上不得不加予注意。

單一長毛細蟎雌蟎具孤雌生殖之產雄生殖，而其後代之雄蟎具有生殖能力，且能與其親代母蟎交尾，產生雌雄蟎都有的後代，而產生細蟎族羣（表3），這對長毛細蟎之傳播具有很大幫助，也就是在傳播方式上不必成對之雌雄蟎就能達到新族羣的建立。

引用文獻

1. 周延鑫、李天翊、鄔宏潘、謝克昌、王重雄。1976。二期水稻之蟎類調查。科學發展月刊 4（11）：2870—2875。
2. 李天翔、周延鑫。1977。稻細蟎爲害水稻之證據。科學發展月刊 5（11）：960—963。
3. 梁文進。1980。不帶水稻葉鞘腐敗病菌之長毛細蟎的室內飼養。植物保護學會會刊22：23—29。
4. 梁文進、唐立正。1984。長毛細蟎之生殖，發育及傳播。臺灣省農業試驗所特刊第16號。229—234。
5. 陳其昌、簡錦忠。1964。稻葉鞘腐敗病發生之觀察。農業研究13：39—45。
6. 陳秋男、程建中、蘇文瀛、何坤耀。1980。稻細蟎之生態與水稻不稔症之關係。植物保護學會會刊22：68—82。
7. 陳脉紀。1957。水稻葉鞘腐敗病之研究。農林學報 6：84—102。
8. 曾義雄。1978。臺灣引起水稻不稔症細蟎及中名用語之商榷。植物保護學會會刊20（2）：175—176。
9. 歐榮東、方新政、曾義雄。1977。爲害水稻稻細蟎之研究。植物保護學會會刊19（1）：21—29。
10. 歐東榮、方新政。1978。稻細蟎爲害水稻及其傳播途徑之研究。科學發展月刊 6（8）：773—779。
11. 謝式坪鈺、梁文進、張世英。1977。水稻不稔症原因之探討（Ⅱ）：葉鞘腐敗病菌與不稔症之關連初報。植護保護學會會刊19（1）：30—36。
12. 謝式坪鈺、、許美芳、梁文進。1980。水稻不稔症原因之探討（Ⅱ）：水稻葉鞘腐敗病菌之傳播與殘存及其對不稔症之關係。植物保護學會會刊22：41—46。
13. 羅幹成、何琦琛。1977。稻細蟎爲害水稻之初步觀察。科學發展月刊 5：274—284。
14. 羅幹成、何琦琛。1979。稻細蟎之生態觀察。中華農業研究28：181—192。
15. 簡錦忠。1980。葉鞘腐敗病之研究及對不稔症發生關係。植物保護學會會刊22：31—39。

Etiology of Rice Sterile Disease and Reproduction Ability of Parthenogenetic Male Progenies of the Rice Tarsonemid mite (*Steneotarsonemus spinki* Smiley)*

Wen-Jinn Liang

Department of Plant Protection
National Pingtung Institute of Agriculture
Pingtung, Taiwan 900
Republic of China

Summary

The etiology of rice sterile disease was certainly proved that the disease was caused by synergic effects of rice sheath rot fungus, *Acrocylindrium oryzae* Sawada, and rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley.

Rice sheath rot fungus could primarily cause brown lessions and sterile grains and diseased rice plants. Although rice tarsonemid mites had a little damage on rice plants directly, the mites could carry the conidia of sheath rot fungus and help the fungus to infect rice plants. However, the syndrome appearance of rice sterile disease needed both rice sheath rot frungus and rice tarsonemid mites parasitize on rice plants togather.

The parthenogenetic male progenies of rice tarsonemid mite had the reproduction ability, and could fertilized with their mother generation. Therefore, the mother mite fertilized by parthenogenetic male progenies reproduced both male and female mites in her new progeny generation.

* Supported by a grant 1981-5.1-06 (3—3) from Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.